

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. et phil. G. Wolf-Heidegger
Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. K. S. Ludwig

**Vergleichend-morphologische Untersuchungen
über das Vorkommen elastischer Fasern
in den Zottengefäßen von Geburtsplacenten**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Walter Hofman

von Chicago (USA)

1965



BASEL (Schweiz)

S. KARGER

NEW YORK

Von der Medizinischen Fakultät Basel
genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. K. S. LUDWIG

Tag der Promotion: 6. Juli 1965



Erschienen in «Acta Anatomica» Vol. 66, Nr. 1, pp. 67-77 (1967)

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Basel, Schweiz
Vorsteher: Prof. Dr. med. et phil. G. Wolf-Heidegger

Vergleichend-morphologische Untersuchungen über das Vorkommen elastischer Fasern in den Zottengefäßen von Geburtsplacenten¹

W. HOFMAN

Einleitung

Sehr viele Säugetierplacenten sind mehr oder weniger eingehend makroskopisch und mikroskopisch untersucht worden (vgl. GROSSER [1909], STARCK [1959]). Dem Bau der Gefäßwände wurde im allgemeinen wenig Beachtung geschenkt. Über das Verhalten der elastischen Fasern in den Placentargefäßen liegen nur einige vereinzelte Angaben vor.

HENNEBERG [1902] hat sich intensiv mit dem Vorkommen der Elastica in den Nabelschnur- und Placentargefäßen des Menschen befaßt. Er stellte fest, daß die Nabelschnurgefäße, Arterien wie Vene, reichlich elastisches Material besitzen. Ihre Verzweigungen in der Membrana chorii dagegen enthalten weniger und feinere elastische Fasern. Die kleinen Venen in der Chorionplatte sind sogar frei von elastischem Material. HENNEBERG [1902] gibt auf Grund seiner Untersuchungen an, daß sowohl die arteriellen wie die venösen Zottengefäße der reifen menschlichen Placenta keine elastischen Fasern mehr besitzen. Beim Gorilla verhalten sich die elastischen Fasern in den Nabelschnur- und Placentargefäßen nach den Befunden von LUDWIG [1961] genau gleich wie beim Menschen.

HARRISON und HAMILTON [1952] stellten fest, daß die Zottengefäße in der Placenta des Davidshirsches keine elastischen Fasern enthalten. Auch in den Zottengefäßen der Cotyledonen der Giraffenplacenta findet sich nach den Angaben von LUDWIG [1962a] kein elastisches Material.

Da wir in der Literatur keine weiteren Angaben über den Bau der Zottengefäße in Säugetierplacenten gefunden haben, stellten wir uns die Aufgabe, das Vorkommen von elastischem Material in den Gefäßen der uns zur Verfügung stehenden Geburtsplacenten der Ordnungen Perissodactyla, Artiodactyla, Proboscidea und Primates zu untersuchen.

Material und Technik

Für unsere Untersuchungen stand uns die Sammlung von menschlichen und tierischen Geburtsplacenten von K.S. LUDWIG im Anatomischen Institut der Universität Basel zur Verfügung. Diese Sammlung umfaßt zur Zeit 66 tierische Ge-

¹ Die Arbeit wurde auf Anregung und unter Leitung von Prof. Dr. K.S. LUDWIG durchgeführt.

burtsplacenten, vorwiegend aus dem Zoologischen Garten Basel, sowie 140 menschliche Placenten. Aus dem uns zur Verfügung stehenden Material wählten wir diejenigen Schnittserien aus, in denen Gefäße aus der Membrana chorii in die Zotten abgehen (vgl. Tabelle I).

Von jeder Placenta waren jeweils mehrere Stücke in Carnoy oder Davidson-schem Gemisch fixiert und in der üblichen Weise über Methylbenzoat in Paraffin eingebettet worden. Von den einzelnen Blöcken waren kleine Serien mit einer Schnittdicke von 7μ angefertigt worden. Die Objektträger jeder Serie sind alternierend zur Übersicht mit Hämalan-Benzopurpurin und Azan sowie zur Darstellung der elastischen Fasern mit Resorcin-Gentianaviolett-Azokarmin-Naphtolgrün gefärbt (vgl. LUDWIG [1961, 1962]). Für unsere Untersuchungen war die Färbung mit Resorcin-Gentianaviolett-Azokarmin-Naphtolgrün von besonderer Bedeutung.

Da der Gefäßbau innerhalb der Membrana chorii und der Placentarzotten gewisse Unterschiede zeigte, wurde von verschiedenen Stellen der Membrana chorii des noch vorhandenen Placentamaterials gefäßhaltiges Gewebe entnommen, eingebettet und in Serien geschnitten. Diese Schnitte wurden ausschließlich mit Resorcin-Gentianaviolett-Azokarmin-Naphtolgrün zur Darstellung der elastischen Fasern gefärbt.

Tabelle I. Übersicht über die untersuchten Placenten nach Tierart und Anzahl

Ordnung und Familie	Tierart	Anzahl der untersuchten	
		Pla-centen	Schnitt-serien
Perissodactyla			
<i>Equidae</i>	Pferd, Pony (<i>Equus caballus</i> L.)	3	10
	Grant-Zebra (<i>Equus burchelli böhmi</i>) .	2	8
	sardinischer Zwergesel (<i>Equus asinus</i> L. var. <i>sardin.</i>)	1	4
<i>Rhinocerotidae</i>	afrikanisches Nashorn (<i>Diceros bicornis</i> L.)	1	2
	indisches Panzernashorn (<i>Rhinoceros unicornis</i> L.)	2	10
Artiodactyla			
<i>Hippopotamidae</i>	Zwergflußpferd (<i>Choeropsis liberiensis mort.</i>)	2	8
<i>Giraffidae</i>	Massai-Giraffe (<i>Giraffa camelopardalis tippelskirchi</i>)	1	6
<i>Bovidae</i>	Hausschaf (<i>Ovis aries</i> L.)	2	4
	Yak (<i>Poephagus grunniens</i> L.)	1	2
Proboscidea	indischer Elephant (<i>Elephas indicus</i> L.)	1	1
Primates			
<i>Pongidae</i>	Flachlandgorilla (<i>Gorilla gorilla gorilla</i>)	2	4
<i>Hominidae</i>	Mensch (<i>Homo sapiens</i> L.)	11	16

Eigene Befunde

I. Perissodactyla

Die *Equidae* (Pferd, Zebra und Zwergesel) und die *Rhinocerotidae* (afrikanisches Nashorn und indisches Panzernashorn) besitzen eine Placenta appposita villosa diffusa, d.h. das ganze Chorion trägt an seiner Oberfläche Zotten (vgl. LUDWIG [1962b], DOLINAR, LUDWIG und MÜLLER [1963]). Jede Zotte besteht aus einem Zottenstamm, der der Membrana chorii aufsitzt und der sich in zahlreiche Sekundär- und manchmal auch Tertiärzotten verzweigt. Die Sekundär- und Tertiärzotten sind bei den *Equidae* fingerförmig, bei den *Rhinocerotidae* blatt- oder faltenförmig (LUDWIG und MÜLLER [1965]).

In jeden Zottenstamm tritt aus der Membrana chorii ein Gefäßpaar ein. Dieses verzweigt sich weiter entsprechend den Zottenverzweigungen. Innerhalb der Membrana chorii zeigen die Gefäße denselben Bau, den die Nabelschnurgefäße aufweisen, d.h. sie besitzen reichlich elastisches Material in der Media (vgl. Abb.1). Auch im

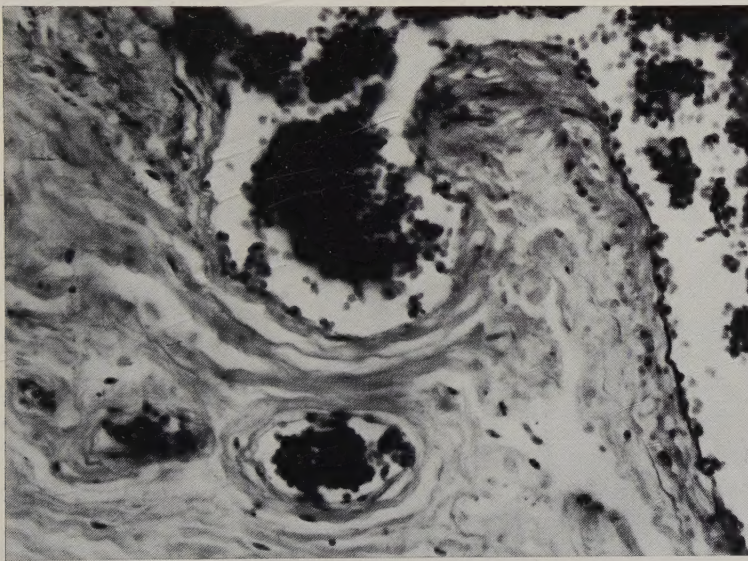


Abb.1. Placenta des afrikanischen Nashorns (*Diceros bicornis* L.). Fixation: Carnoy; Färbung: Resorcin-Gentianaviolett-Azokarmin-Naptholgrün. Vergr. 320×. Eine Vene in einem Zottenstamm gibt einen Seitenast in eine Sekundärzotte ab. Darunter die zugehörigen Arterienäste. Die Gefäße für die Sekundärzotte besitzen in ihren Wänden keine elastischen Fasern mehr im Gegensatz zur großen Vene im Zottenstamm.

Bereich des Zottenstammes finden sich noch elastische Fasern in den Gefäßwänden, wenn auch weniger zahlreiche. Sobald die Gefäße aber in die Sekundärzotten eintreten, sind sie frei von *Elastica* (Abb. 1).

II. *Artiodactyla*

a) *Hippopotamidae*

Die Geburtsplacenta des Zwergflußpferdes trägt mehr oder weniger parallel laufende Falten, die dicht mit kleinen Zotten besetzt sind. Die Gefäße, die im Bindegewebe der Falten laufen, besitzen in ihrer Wand elastische Fasern. Diese Gefäße geben Seitenäste ab, die in die Zotten eindringen. Beim Übergang in die Zotten verlieren sie ihr elastisches Material. Innerhalb der Zotten konnten wir keine elastischen Fasern mehr nachweisen.

b) *Giraffidae*

Die Giraffenplacenta ist eine typische Cotyledonenplacenta. Die einzelnen Cotyledonen bestehen aus Zotten, an denen man einen Zottenstamm (Primärzotte), Sekundär- sowie Tertiärzotten unterscheiden kann (vgl. LUDWIG [1962 a]). Die Größe innerhalb der Membrana chorii und der Zottenstämme enthalten in ihrer Wand elastische Fasern. Sobald sich die Gefäße verzweigen, um in die Sekundärzotten einzutreten, verlieren sie das elastische Material.

c) *Bovidae*

Die Zotten der Cotyledonen der Geburtsplacenta von Schaf und Yak bestehen aus je einem Zottenstamm, der sich in Sekundärzotten aufsplittert, welche sich wiederum in die Tertiärzotten verzweigen. Es finden sich also die gleichen Verhältnisse wie in den Cotyledonen der Placenta des Davidshirsches (HARRISON und HAMILTON [1952]).

Die Gefäße in der Membrana chorii und in den Zottenstämmen besitzen in ihrer Wand elastisches Material (Abb. 2). Erst beim Übergang in die Sekundärzotten verlieren sie ihre *Elastica* (Abb. 3, 4). Im Bereich der Sekundär- und Tertiärzotten konnten wir nirgends elastische Fasern nachweisen.

III. *Proboscidea*

Bei der Geburtsplacenta des indischen Elephanten gehen von der Membrana chorii relativ massive Zottenstämme ab, von denen sukzessive Seitenäste abzweigen.

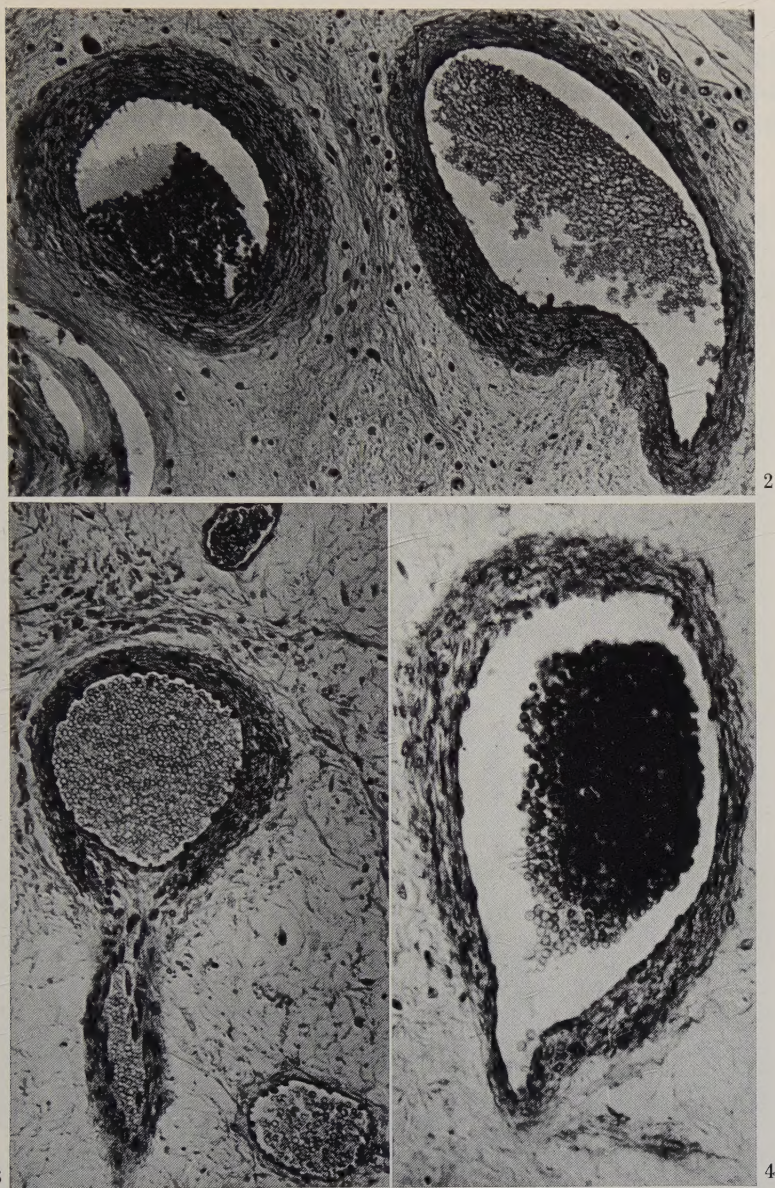


Abb. 2, 3 und 4. Placenta des Yak (*Poephagus grunniens* L.). Technik wie bei Abb. 1. – Abb. 2. Vergr. 160 $\times$. Arterie und Vene im Bereich des Zottenstammes. Beide enthalten in ihrer Wand elastische Fasern. – Abb. 3. Vergr. 200 $\times$. Verzweigungsstelle der Arterie in die Sekundärzotten. Der Seitenast besitzt kein elastisches Wandmaterial mehr. – Abb. 4. Vergr. 320 $\times$. Abgang einer Vene aus dem Zottenstammgefäß. Der Seitenast ist frei von Elastica.

In den Gefäßwänden der Membrana chorii und der Zottenstämme sind elastische Fasern vorhanden (Abb. 5). Die Gefäße verlieren beim Eintritt in die Seitenäste der Stammzotten ihr elastisches Material (Abb. 5).

IV. Primates

Die Placentazotten der beiden untersuchten Primatenarten, Gorilla und Mensch, zeigen übereinstimmend den gleichen Verzweigungsmodus: Auf der Membrana chorii sitzt ein kürzerer oder längerer

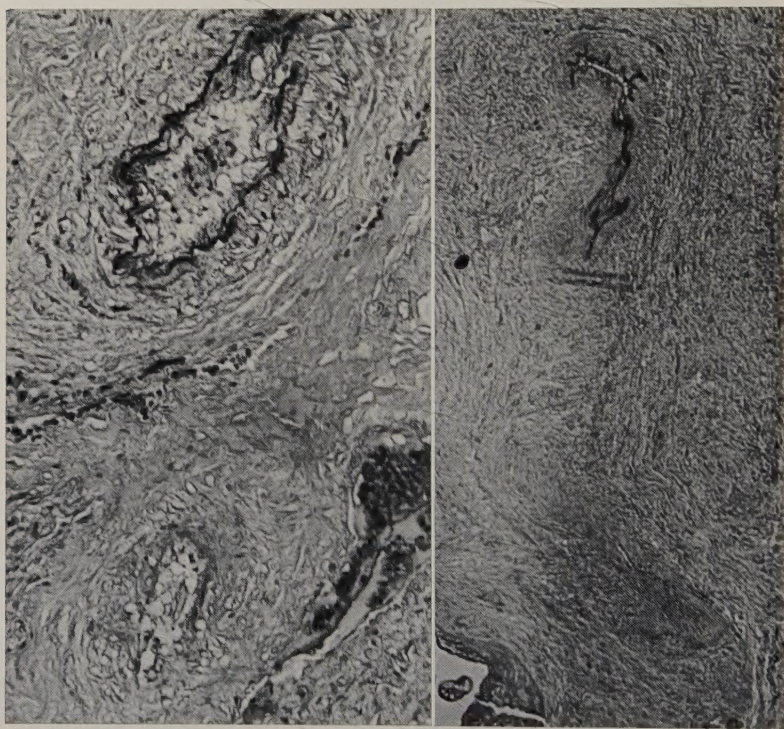
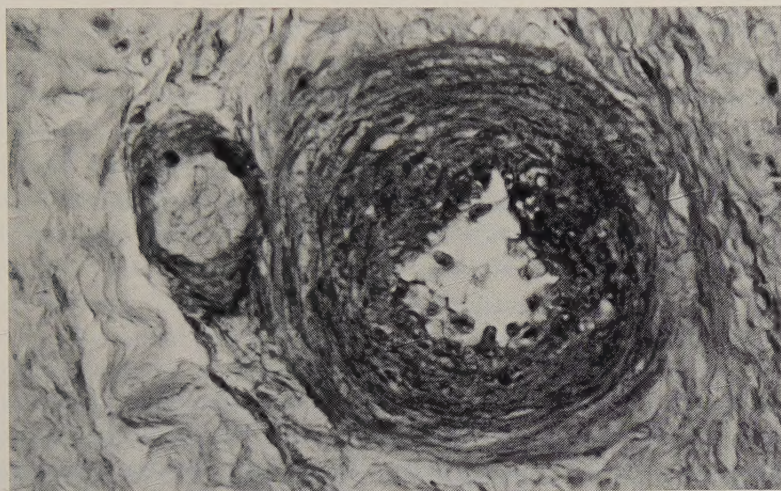


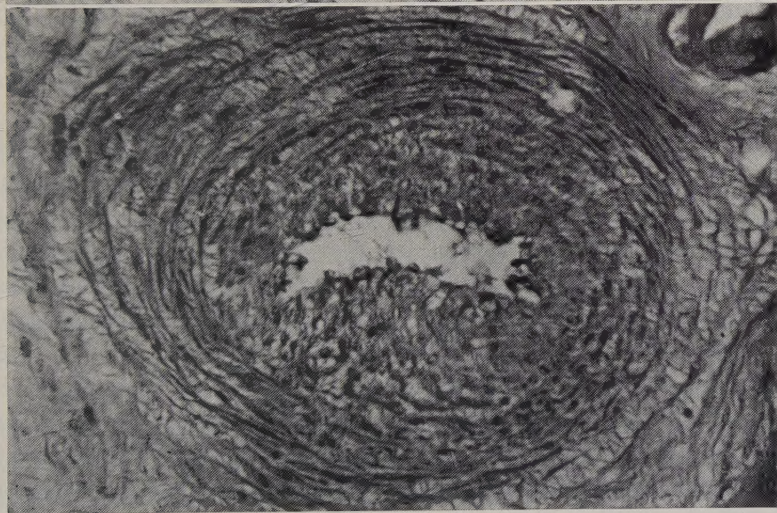
Abb. 5. Placenta des indischen Elefanten (*Elephas indicus* L.). Technik wie bei Abb. 1. Vergr. $160\times$. Im oberen Bildteil die Arterie im Bereich des Zottenstammes, im unteren Bildteil innerhalb einer Sekundärzotte. Der Unterschied in Bezug auf die elastischen Fasern ist deutlich erkennbar.

Abb. 6. Placenta des Gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*). Technik wie bei Abb. 1. Vergr. $65\times$. Eine Arterie innerhalb des Zottenstammes ist längs geschnitten. Sie setzt sich nach unten zu in einem Seitenast fort, der in eine Sekundärzotte übergeht. Man beachte den Verlust der elastischen Fasern.

rer Zottenstamm, der sich in eine größere Zahl von Sekundärzotten aufzweigt. Diese letzteren splitteln sich in Tertiärzotten auf. Durch immer weitere Verzweigungen bildet sich ein ganzer Zottenbaum, dessen feinste Zweige in der Regel frei im intervillösen Raum endi-



7



8

Abb. 7 und 8. Placenta des Menschen (*Homo sapiens* L.). Technik wie bei Abb. 1. Auf beiden Abbildungen sind Arterien im Bereich eines Zottenstammes dargestellt – Abb. 7. Vergr. 400 $\times$. Diese Arterie enthält in ihrer Wand noch einzelne elastische Fasern. – Abb. 8. Vergr. 320 $\times$. In dieser Arterienwand läßt sich kein elastisches Material mehr nachweisen.

gen. Einige Zottenäste verschiedener Verzweigungsordnungen sind durch Fibrin an die Decidua angeheftet; sie werden als Haftzotten bezeichnet.

Die Verzweigungen der Umbilicalgefäße innerhalb der Membrana chorii enthalten in ihrer Wand elastische Fasern, ebenso die Gefäße, die in die Zottenstämme eintreten. Bei der Geburtsplacenta des Gorilla sind die Gefäßwände in den Sekundärzotten frei von elastischem Material (Abb. 6). In der Geburtsplacenta des Menschen können innerhalb der Zottenstämme elastische Fasern in den Gefäßwänden vorkommen (Abb. 7) oder fehlen (Abb. 8). Beim Eintritt in die Sekundärzotten besitzen die Gefäße kein elastisches Material mehr. Sämtliche Zotten der anschließenden Verzweigungsordnungen enthalten in allen untersuchten Primatenplacenten keine elastischen Fasern mehr.

Ergebnisse und Diskussion

Unsere Befunde zeigen in den Geburtsplacenten der Perissodactyla, Giraffidae, Bovidae, Proboscidea und Primates übereinstimmend, daß elastische Fasern in den Wänden der Äste der Umbilicalgefäße innerhalb der Membrana chorii und der Zottenstämme vorhanden sind. In den Gefäßen der Sekundärzotten sowie der weiteren Zottenverästelungen konnten wir keine elastischen Fasern nachweisen.

Aus der Arbeit von HARRISON und HAMILTON [1952] über die Placenta des Davidshirsches und derjenigen von LUDWIG [1962 a] über die Giraffenplacenta geht nicht eindeutig hervor, ob sich die Angabe über das Fehlen der elastischen Fasern in den Gefäßwänden auf die ganze Zotte oder nur auf die Sekundär- und Tertiärzotten bezieht. Auch in der zusammenfassenden Arbeit über die Placenta der Cervidae teilen HAMILTON, HARRISON und YOUNG [1960] keine detaillierten Befunde über den Bau der Zottengefäße mit. Da unsere Untersuchungen an den Zotten der Cotyledonen der Giraffen- und Bovidenplacenten immer zu den gleichen Ergebnissen führten, ist anzunehmen, daß die Angaben der erwähnten Autoren nicht für die Gefäße der Zottenstämme, sondern für diejenigen in den Sekundär- und Tertiärzotten Geltung haben.

Die Geburtsplacenta des Zwergflußpferdes besitzt, gleich wie diejenige des Schweines (vgl. STRAHL [1906], STARCK [1959]), mehr oder weniger parallel laufende Falten, auf denen dicht gestellt die Zotten

sitzen. Wir haben elastische Fasern nur in den Gefäßwänden im Bereich der Falten gefunden. In den Zotten, die von diesen Falten abgehen, enthalten die Gefäße kein elastisches Material mehr. Diese Tatsache läßt den Schluß zu, daß die Falten der Zwergflußpferdplacenta den Zottenstämmen in den Placenten der anderen untersuchten Artiodactyla und der Perissodactyla homolog sind. Die auf den Falten aufsitzenden Zotten sind mit den Sekundär- und Tertiärzotten dieser angeführten Placenten zu vergleichen. Damit nimmt die Placenta der *Hippopotamidae* eine Zwischenstellung zwischen den Placenten der Perissodactyla, insbesondere der *Rhinocerotidae* einerseits und denjenigen der *Giraffidae* und *Bovidae* andererseits ein. Diese Schlußfolgerung wird durch die Tatsache gestützt, daß bei den Nashornplacenten neben den Blattzonen, die den fingerförmigen der *Equidae* entsprechen, Faltenzonen gefunden worden sind (LUDWIG und MÜLLER [1965]). Für die Schweineplacenta, die den gleichen Bau wie die Zwergflußpferdplacenta aufweist (vgl. STRAHL [1906], STARCK [1959]), dürften dieselben Überlegungen Geltung haben. GROSSER [1909] bezeichnet diese Faltenplacenten als primitive Formen. Dies scheint uns nach dem oben Gesagten nicht gerechtfertigt. Histophysiologische Untersuchungen der Schweineplacenta führten ebenfalls zur Auffassung, daß hier keine primitive Form vorliegt (TÖNDURY [1944], vgl. STARCK [1959]).

Über das Verhalten der elastischen Fasern in den Zottengefäßen der Elephantenplacenta haben wir in der Literatur keine Angaben gefunden. Doch wenn wir den Bau dieser Placenta mit den Angaben von ASSHETON und STEVENS [1906] vergleichen, so glauben wir, daß ein ähnliches Verhalten wie in den Placenten der Perissodactyla und Artiodactyla vorliegen muß: Die Zottenstämme besitzen Gefäße, die in ihrer Wand elastische Fasern haben; die weiteren Zottenverzweigungen enthalten Gefäße, welche kein elastisches Material mehr besitzen.

Nach dem uns vorliegenden Material scheint es wahrscheinlich, daß das Verhalten der elastischen Fasern in den Wänden der Zottengefäße in allen allantochorialen Säugetierplacenten gleich ist. Doch müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden, bis man unsere Befunde verallgemeinern darf.

Zusammenfassung

Die Zottengefäße der Geburtsplacenten von Perissodactyla, Artiodactyla (*Giraffidae*, *Bovidae*), Proboscidea und Primates enthalten in ihrer Wand im Bereich

der Zottenstämme elastische Fasern. Innerhalb der Sekundärzotten sowie der weiteren Zottenverzweigungen ist kein elastisches Material mehr nachzuweisen.

Die Gefäßwände in den Falten der Zwergflußpferdplacenta besitzen elastische Fasern. Die Zottengefäße dagegen sind frei von elastischem Material. Dies läßt den Schluß zu, daß die Falten der Placenta der Unterordnung *Suina* den Zottenstämmen der übrigen untersuchten Placenten homolog sind.

Summary

In the region of the villus trunks the vessel walls of the villi of the mature placentas of Perissodactyla, Artiodactyla (*Giraffidae*, *Bovidae*), Proboscidea and Primates possess elastic fibers. Elastic material can be demonstrated in neither the secondary villi nor the subsequent villus branches.

The vessel walls in the plicae of the placenta of *Choeropsis liberiensis* mort. possess elastic fibers. The vessels of the villi, however, are free of elastic material. This allows one to conclude that the plicae of the placentas of the sub-group *Suina* are homologous to the villus trunks of the other placentas under examination.

Résumé

Ces études ont porté sur le placenta à terme de Périssodactyles, d'Artiodactyles (giraffes, bovidés), de Proboscidiens et de Primates. La paroi des vaisseaux du tronc des villosités renferme des fibres élastiques tandis que ces fibres font défaut dans les villosités secondaires et les ramifications ultérieures.

Les vaisseaux présents dans les replis du placenta de l'hippopotame nain (*Choeropsis liberiensis*) contiennent des fibres élastiques, les vaisseaux des villosités, par contre, en sont dépourvus. Ceci permet d'admettre que les replis du placenta dans ce sous-ordre des *Suina* représentent des homologues des troncs des villosités des autres placentas étudiés.

Literatur

- ASSHETON, R. and STEVENS, T.G.: Notes on the structure and the development of the Elephant's placenta. *Quart. J. micr. Sci.* 49: 1-37 (1906).
- DOLINAR, Z. J.; LUDWIG, K. S. und MÜLLER, E.: Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der Placenten der Ordnung Perissodactyla: Eine Geburtsplacenta von *Equus asinus* L. *Acta anat.* 53: 81-96 (1963).
- GROSSER, O.: Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Eihäute und der Placenta mit besonderer Berücksichtigung des Menschen (Braumüller, Wien und Leipzig 1909).
- HAMILTON, W. J.; HARRISON, R. J. and YOUNG, B. A.: Aspects of placentation in certain *Cervidae*. *J. Anat., Lond.* 94: 1-33 (1960).
- HARRISON, R. J. and HAMILTON, W. J.: The reproductive tract and the placenta and membranes of Père David's deer (*Elaphurus davidianus* Milne Edwards). *J. Anat., Lond.* 86: 203-225 (1952).
- HENNEBERG, B.: Beitrag zur feineren Struktur, Entwicklungsgeschichte und Physiologie der Umbilicalgefäße. *Anat. H.* 19: 523-568 (1902).

- LUDWIG, K. S.: Beitrag zum Bau der Gorillaplacenta. *Acta anat.* 45: 110–123 (1961). – Beitrag zum Bau der Giraffenplacenta. *Acta anat.* 48: 206–223 (1962a). – Zur Kenntnis der Geburtsplacenten der Ordnung Perissodactyla. *Acta anat.* 49: 154–167 (1962b).
- LUDWIG, K. S. und MÜLLER, E.: Zur Histochemie der Placenta des Panzernashorns (*Rhinoceros unicornis* L.). *Anat. Anz.* 115: Erg. H. 155–159 (1965).
- STARCK, D.: Ontogenie und Entwicklungsphysiologie der Säugetiere; in KÜKEN-THAL's Hdb. d. Zoologie, 8. Band, 22. Lieferung, Teil 9, Beitrag (7) (Walter de Gruyter & Co., Berlin 1959).
- STRAHL, H.: Die Embryonalhüllen der Säuger und die Placenta; in HERTWIG's Hdb. d. vergl. und exp. Entw. Lehre d. Wirbeltiere, vol. 1/2, pp. 235–368 (Fischer, Jena 1906).
- TÖNDURY, G.: Zum Feinbau des Chorionepithels der Schweineplacenta. *Rev. suisse Zool.* 51: 369–376 (1944).

Eingegangen 29. Juli 1965

Adresse des Autors: Dr. W. Hofman, Anatomisches Institut der Universität Basel, Pestalozzistraße 20,
Basel (Schweiz)

